

基于 DSP 的故障录波测距装置的底层开发

邱革非^{1,2}, 束洪春^{2,1}, 董俊¹, 刘志坚^{1,2}

(1. 哈尔滨工业大学, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 昆明理工大学电力学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 计算机技术的快速发展使得微机保护及电力系统运行监控设备的性能也得到了快速的提升。DSP 是近年来在数字处理技术上得到迅速普及的一种高效微处理器。相对于老一代微处理器而言具有速度快, 功能强等特点。介绍了一种以 DSP 高速数据智能采集单元为核心开发的故障录波测距装置的软硬件结构和功能模块安排。重点介绍了底层软件的功能及技术实现的要点, 并总结了装置开发的经验和未来改进方向。

关键词: DSP; 故障录波; 智能采集单元

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)13-0073-04

0 引言

电力系统故障录波装置已经成为监控电力系统运行的一种重要设备。该装置在装设地点常年投入运行, 记录被监视对象的各种电气量。按照记录数据的不同用途, 这些记录数据可以分为两种类型:

暂态记录数据: 这些数据记录因短路故障或系统操作引起的电流及电压暂态过程。帮助我们检测继电保护及安全自动装置的动作行为; **稳态记录数据:** 记录因大扰动引起的系统电流、电压、有功功率、无功功率以及系统频率等的全过程变化现象。用于了解系统暂(动)态过程中系统中各电参量的变化规律, 校核电力系统计算程序及模型参数的正确性^[2]。利用这些数据, 工作人员可以准确地分析出系统故障时的故障类型、相别、故障电流、电压的数值以及断路器的跳合闸时间和重合是否成功等情况。可以正确分析和确定事故的原因, 研究有效的防止措施, 从而减少以至避免再发生类似事故, 对保证电力系统安全运行的作用极其重要。

分析国内录波装置的使用情况(2003年前), 还具有以下不足:

1) 元器件的工艺、结构、质量方面还存在一些问题。录波器的开发基于已经存在的微机保护平台, 数据的采集、转换等都没有和当今的先进水平同步, 容易由于元件的原因发生误启动或不启动的情况。

2) 录波器的主要硬件——微机的技术水平落

后。当前各变电站使用的录波设备的前台采集装置大都基于单片机。和目前流行的数据处理硬件 DSP 相比, 单片机处理数据的速度和功能都逊色许多, 硬件的落后必然制约了录波设备总体性能的提高。

3) 录波器记录容量不够大, 远传技术不完善, 测距结果不准确。

为了解决上述问题, 也为了提高云南省电力运行监控设备的科学研究和技术开发水平, 我们开发了具有自主知识产权的故障录波测距设备 HB2020。

1 硬件结构设计

1.1 装置的总体硬件设计

装置设计的核心思想是充分利用当前计算机和数字处理技术的最新进展, 提高硬件的可靠性, 便于今后的功能扩展。为此, 前台机采用了通道可选的模块式设计, 32 个通道一个模块, 最大可扩展到 4 个模块。系统功能大致可分为三个层次, 分别是前台数据采集模块、前台机和后台机的接口模块以及后台分析测距综合模块。系统结构如图 1。

装置采用分散式的组织结构形式。后台分析控制主机选用了一块高集成化 586 级的工业 CPU 板。CPU 芯片为威盛低功耗 Eden 处理器, 发热量很低, 正常工作时无需风扇。该主板集成了多种外设接口, 包括两个串行口, 两个 USB 口, 一个软驱控制器, 一个 16 位 EtherNet 接口, 一个 PS/2 键盘接口, 一个 PS/2 鼠标接口, 高速 PCI IDE 控制器支持 PD 和 UDMA/33 总线主模式, 可连接两个 IDE 设备, IDE 设备既可以是大量硬盘, 又可以是 CD-ROM 驱动器。电源管理系统支持 Doze, Standby 及 Suspend 模式, 可减少电源功耗。该板具有可编程的看门狗功能, 当系统由于程序 bug 或电磁干扰停止运行

基金项目: 国家自然科学基金项目(50347026, 50467002); 云南省科技攻关项目(2003GG10); 云南省应用基础研究项目(20020025M, 2004E0020M)。

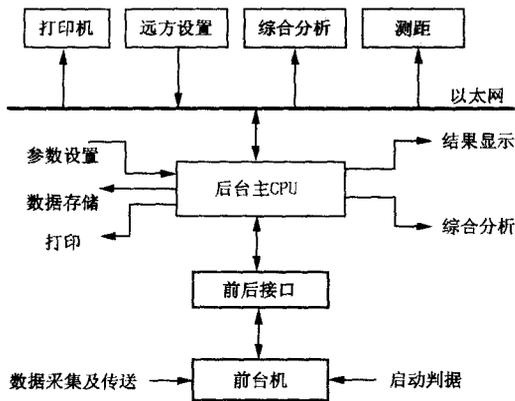


图 1 装置总体结构图

Fig 1 Overall function of HB2020 recorder

时,看门狗定时器可自动引起系统复位或产生中断。

1.2 前台机的硬件构成

前台高速数据采集单元承担数据采集,录波启动判断、数据短期存储及数据转存的工作。前台和后台间通过 Windows VXD 设备驱动程序相联系,构成整个录波装置的底层结构。前台机为模块化结构,最大可由 4 块智能 DSP 高速数据采集单元及其相应的高精度 A/D、光电隔离滤波器构成,框图如图 2。

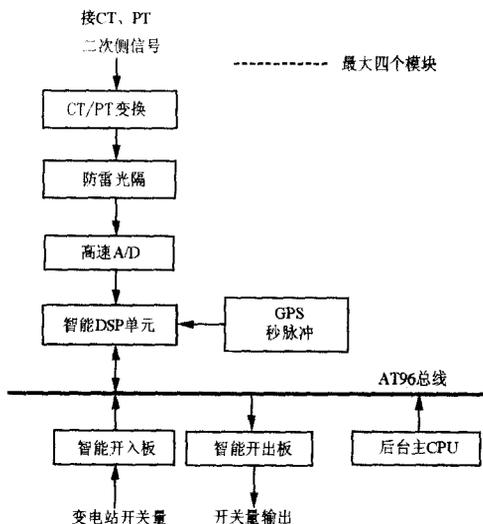


图 2 高速数据采集单元模块图

Fig 2 Module function of high-speed data collecting unit

该智能 DSP 采集板核心部分采用 32 位数字信号处理器 TMS320VC33。能独立完成 32 路模拟量的同步采集、高速转换及相关的计算和处理,以及 16 位数字量输出。主 CPU 通过 16 位双口 RAM 芯片可随时读取采集和运算结果。本录波装置的最

大配置为 4 块 DSP 采集板和 4 块 64 通道开关量采集板,共 128 路模拟量、256 路开关量。在模拟量信号经辅助变换器箱变换输出到 DSP 采集板模拟量输入间加入了防雷隔离插件层,该层进一步提高了装置的抗干扰能力。前台机的结构框图如图 3。

2 底层软件的开发

在本文中,底层软件是指前台机软件。主要完成录波器的启动、数据采集和数据处理、数据缓存和数据传送以及和上位机程序接口的工作。软件采用模块化结构,为了最大程度利用 DSP 的高速性能,采用汇编语言开发。

2.1 数据采集和处理

2.1.1 采样周期的控制和数据的处理

录波器没有启动时以 1 kHz 的采样率采集数据并对这些数据进行滤波、采样值转换、对称分量分解、求取频率等处理。并按照 DL/T 533-94《220 ~ 500 kV 电力系统故障动态记录技术准则》规定的启动判据判断是否有故障发生,当判断有故障发生时,按照标准的要求进行 A、B、C、D、E 各个阶时段的录波记录。在有多个智能采集模板的情况下,接入故障信号的模板被作为主模板,当故障条件被检出后由该模板控制其余模板的采样频率的改变,这样可以保证启动后各板数据的同步性。

2.1.2 数据的同步

由于各通道间的采样间隔很短,第一个通道采样开始前的硬件采样保持保证了板内 32 个通道采样结果具有同步性。在对录波数据进行分析,尤其是当利用录波数据进行故障测距时,要求录波数据具有高度的同步性,同一回线的电压和电流信号的同步时间误差不大于 $100 \mu\text{s}$ 。根据现场要求,目前已安装的两台故障记录装置都采用了两块采集板。这样,当同一回线的电压和电流信号分别来自于不同的采样板时,要得到较为准确的分析结果就要求两块采样板的采样数据也具有高度的同步性。但是如果如果没有有效的同步措施,不同采集板采集的录波数据必然会在一定程度上不同步。

如果仅仅只是利用 GPS 脉冲信号对采集板的控制采样周期的计时器进行清零,则清零前后的采样间隔必然发生变化。而采样间隔的变化又会导致采样波形出现较大的不连续性,从而使采样波形发生畸变。这个畸变的采样结果足以使一些启动判据得到满足,从而使录波装置误启动,如电压突变条件得到满足的误启动,频率越限判据满足导致的误启动等。

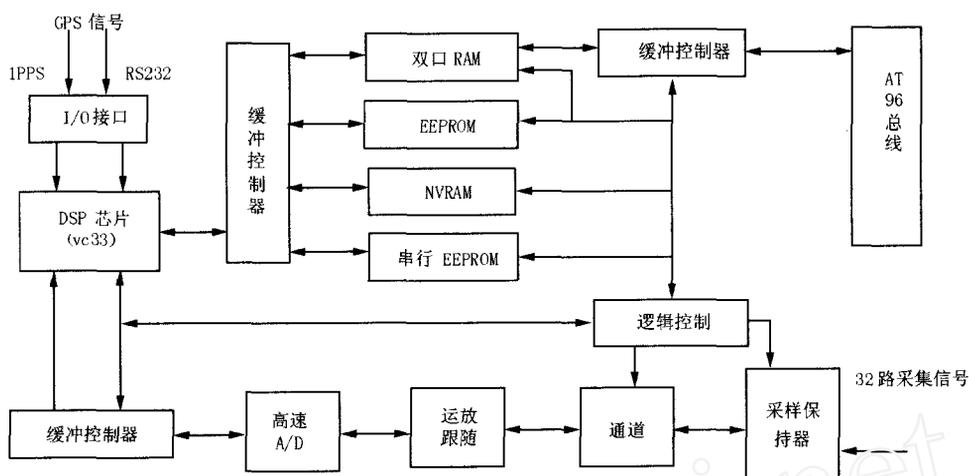


图 3 DSP板功能结构图

Fig 3 Function diagram of DSP board

为了实现板间采样数据的同步,必须在两块采样板不能互相通讯的情况下保证两板的每一次采样都同时进行,也就是采样的控制时钟只能有一个。而这样的工作只有在具有两板能同时响应的硬件控制条件下才能进行。DSP板具有开入、开出中断接口,通过软件可以控制开出端口输出一个脉冲,将开出端口接到开入端口上,当开入端口收到开出端口输出的脉冲后就可以触发一个中断。最终采用的同步方案就是利用了DSP板的这个功能。

2.2 数据的缓存和数据传送

DSP采集到的数据在录波器没有启动时,经过计算,判断后就用来更新一段数据缓存区,该区域大小可由用户设定,录波器启动后这段数据作为录波记录的A段。录波器启动后,采样率由1 kHz提高到5 kHz。录波器将这批数据存入紧随A段后的地址空间中,待上位机有空闲后作为B段数据传送。本装置连续录波(即启动中再启动)的次数为任意次。为了充分利用DSP的1 M自带内存空间,缓冲内存在此地址范围内循环分配。在录波器启动后,利用数据记录的间隙足够完成数据传送的任务。

2.3 前置机和上位机的接口

录波器工作参数的设置、数据的传送都必须依靠前台和上位机之间的接口程序。接口协议设计的完善程度是录波器工作性能好坏的决定性因素。除此之外,上位机和前台之间的联系方式的选择也对录波器能否可靠地工作起关键的作用。由于程序的开发已经是在软件的最底层,直接对内存的管理、中断的调用、标志位的检测等底层硬件功能进行操作,自由度很大但也容易造成功能的冲突。所以,必须

设计出一个好的工作方案避免中断的冲突同时也不能降低数据记录及传送的效率以免发生数据因不及传送而丢失等功能错误。

3 体会与展望

通过开发录波测距装置除了使我们掌握了一些开发电力系统监控设备的技术手段之外,更重要的是使我们对开发较为复杂的设备有了深入的认识。对需要记录和大量传送数据的计算机设备来说,除了要清楚所使用设备的硬件功能外,最重要的还是必须首先设计出一套完善的通信协议,确定可靠高效的工作模式。此外作为需要安装在电站现场的微机设备,必须具备很强的抗干扰性能,选择硬件时要注意元件,信号媒介的抗干扰性能。为了使设备能够长期正常运行,硬件上可以通过改善散热条件等改进设备工作条件,软件上应该谨慎选择软件平台,避免长期运行带来的死机等故障。

今后我们还将在如下几个方面作出改进:

- 1) 采用更为先进、结构紧凑、信号回路短、抗干扰性更强的信号变送单元。
- 2) 重新安排模块的信号容量,使录波器能够以更高的采样频率对信号采样。
- 3) 采用更加合理可靠的软件平台,提高设备的可靠性。
- 4) 改进硬件设备,提高模块化水平,方便设备的配置。

参考文献:

- [1] 张雄伟,等. DSP芯片的原理与开发应用[M]. 北京:电

- 子工业出版社, 2000
- ZHANG Xiong-wei, et al Theory and Application of DSP Chip [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2000.
- [2] 继电保护及安全自动装置技术标准 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- Technique Standard of Relay Protection and Security Automatic Equipment [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.
- [3] 孔新. 在故障分析系统中前置故障录波装置的研制 (硕士学位论文) [D]. 西安: 西安交通大学, 1997.
- KONG Xin The Researching and Development of Front Device of Fault Recorder, Thesis[D]. Xi an: Xi an Jiao-tong University, 1997.
- [4] 骆健, 等. 国内外故障录波器的比较 [J]. 电力自动化设备, 2001, 21 (7): 28-31.
- LUO Jian, et al Comparing of Recorders of China and Foreign Countries[J]. Electric Power Automation Equip-ment, 2001, 21 (7): 28-31.
- [5] 罗毅. 分布式故障录波系统 [J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (20): 59-62.
- LUO Yi Decentralizing Type of Fault Recorder[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (20): 59-62

收稿日期: 2005-05-08; 修回日期: 2005-06-16

作者简介:

邱革非 (1969 -), 男, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为电力系统电压稳定及计算机技术在电力系统中的应用; E-mail: tsugefei@126.com

束洪春 (1961 -), 男, 教授, 博导, 主要研究方向为电力系统继电保护和电力系统稳定控制;

董俊 (1977 -), 男, 博士研究生, 主要研究方向为电力系统稳定控制;

刘志坚 (1975 -), 男, 博士研究生, 主要研究方向为电力系统稳定控制。

Base part development of distance measurement device for fault recorder based on DSP

QU Ge-fei^{1,2}, SHU Hong-chun^{2,1}, DONG Jun¹, LU Zhi-jian^{1,2}

(1. Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China; 2. Kunming University of Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: With the rapid development of computer technique, the performance of electric power system monitoring and control equipments based on microcomputer has been raised. DSP is one kind of new microprocessor with great capability of dealing with data. This paper introduces the structure of the software and hardware of a newly developed fault recorder based on intelligent data collecting unit of DSP. The emphasis is on the software function and main points of its realization in the base part of this equipment. And in the end, experience of developing this equipment and direction according to which the fault record should be improved are discussed.

Key words: DSP; fault recorder; intelligent data collecting unit

(上接第 72 页 continued from page 72)

YANG Jian-guo, ZHANG Shen-ming Function Specification and Design Principle for Dispatcher Training Simulator[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23 (23): 15-19.

收稿日期: 2004-10-18; 修回日期: 2004-11-01

作者简介:

季刚 (1979 -), 男, 硕士研究生, 从事电力系统仿真技术的研究; E-mail: jigang6666@sina.com

陆达 (1954 -), 男, 硕士, 教授, 从事电力电子、计算机监测与控制技术的研究。

A general substation training and simulating system constructing platform

JI Gang¹, LU Da²

(1. Anhui Meteorological Bureau, Hefei 230031, China;

2. College of Computer and Information Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: This paper introduces a general substation training and simulating system constructing platform. It details technology base, system function, system design and its characteristic. This system has the characteristic of generally employing and expediently maintaining and better practicability. Using this system, users can construct easily a training and simulating system for their own substations according to their demand. Its successful development will greatly shorten the development cycle of the substation training and simulating system, and provide a good software development platform to popularize the substation training and simulating system.

Key words: substation; simulating and training; ActiveX; multimedia